بسم الله الرحمن الرحيم

المذكرة التربوية التقنية رقم 5

ثانوية: عبد الحق بن حمودة– سيرات	المجال التعلمي 1: التخصص الوظيفي للبروتينات	الفئة المستهدفة: السنة 3 عت
الأستاذ: عدة بن عطية صلاح الدين	الوحدة التعلمية 1: آليات تركيب البروتين	نوع الحصة: نظري
السنة الدراسية: 2021 –2022	الحصة التعلمية 5: آلية الترجمة	الحجم الساعي: 4 ساعات

الكفاءة القاعدية: يقدم بناءا على أسس علمية إرشادات لمشكل إختلال وظيفي عضوي، وذلك بتجنيد المعارف المتعلقة بالإتصال على مستوى الجزيئات الحاملة للمعلومة.

الهدف التعلمي: تحديد آليات تركيب البروتين:

- التعرف على دور الـ ARNt.
- التعرف على آلية الترجمة.

المعارف المبنية:

- يتم ربط الأحماض الأمينية في تتابع محدد على مستوى ريبوزومات متجمعة في وحدة متمايزة تدعى متعدد الريبوزوم.
- تسمح القراءة المتزامنة للـARN_m نفسه من طرف عدد من الريبوزومات بتركيب كمية كبيرة من البروتين في مدة زمنية قصيرة.
- تتطلب مرحلة الترجمة:
  - جزيئات ARNt المتخصص في تثبيت، نقل وتقديم الأحماض الأمينية الموافقة.
  - تتشكل الريبوزومات من تحت وحدتين: تحت وحدة صغيرة، تحمل أساسا موقع قراءة الـARN_m وتحت وحدة كبيرة تحمل أساسا موقعين تحفيزيين.
  - يتعرف كل ARNt على الرامزة الموافقة على ARN_m عن طريق الرامزة المضادة والمكملة لها.
  - أنزيمات تنشيط الأحماض الأمينية وجزيئات الـATP التي تحرر الطاقة الضرورية لهذا التنشيط.
- تبدأ الترجمة بتثبيت المعقد ARNt – ميثيونين على رامزة البدء AUG للـ ARN_m .
- يتنقل الريبوزوم بعد ذلك من رامزة إلى أخرى، وهكذا تتشكل تدريجيا سلسلة بيبتيدية بتكوين رابطة بيبتيدية بين الحمض الأميني المحمول على ARNt الخاص به في موقع القراءة وآخر حمض أميني في السلسلة المتموضعة في الموقع المحفز.
- إن ترتيب الأحماض الأمينية في السلسلة يفرضه تتالي رامزات الـ ARN_m، إنها مرحلة الإستطالة.
- تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف.
- ينفصل ARNt لآخر حمض أميني ليصبح عديد البتيد المتشكل حرا، إنها نهاية الترجمة.
- يكتسب متعدد البيبتيد المتشكل بنية ثلاثية الأبعاد ليعطي بروتينا وظيفيا.

الأهداف المنهجية: تجنيد المكتسبات القبلية – إستقصاء المعلومات – طرح فرضيات والتحقق منها – إيجاد علاقة منطقية بين المعطيات.

الوسائل المستعملة: السبورة، وثائق، الكتاب المدرسي.

تنظيم سير الدرس

وضعية الإنطلاق:

لاحظنا سابقا أن البروتينات المشعة تظهر على مستوى **الشبكة الهيولية المحبّبة** حيث يتم على مستواها دمج الأحماض الأمينية المشعة في البروتينات المركبة حسب المعلومة الوراثية المشفرة التي ينقلها الـARNm من النواة.

علما أن الخلية البكترية لا تضم شبكة هيولية محبّبة ومع ذلك تقوم بتركيب البروتين في الهيولى، تسبح في هيولى الخلية البكترية **ريبوزومات**، وتتميز الشبكة الهيولية المحبّبة بأنها تحمل **ريبوزومات** على سطح غشائها مما يدل على على أن الريبوزومات مسؤولة عن تركيب البروتين، ومن جهة أخرى هذا الأخير يتطلب معلومة وراثية ينقلها الـARNm.

المشكلة: ما هي آلية الترجمة؟

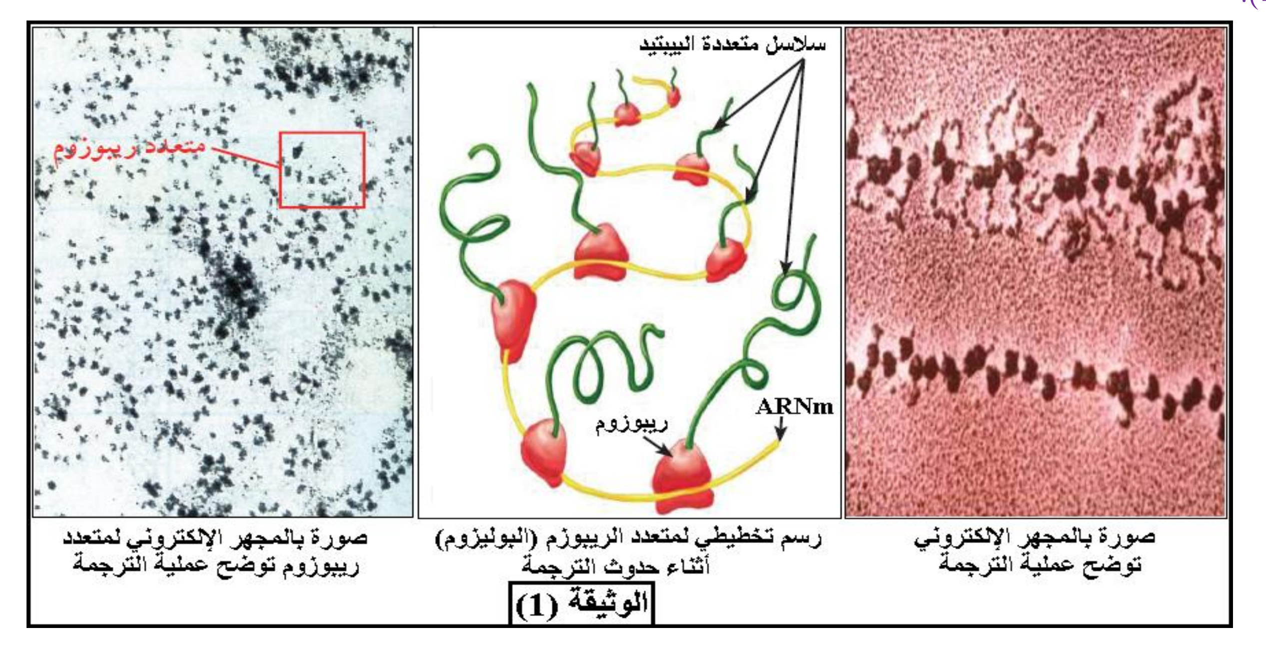
الفرضيات:

- **ف1:** يتم تركيب البروتين على مستوى الريبوزومات المتحدة مع الـARNm ويتطلب ذلك نواقل خاصة تنقل الأحماض الأمينية من الهيولى إلى الريبوزومات من أجل دمجها وتتطلب هذه العملية طاقة.
- **ف2:** تتم بتدخل ريبوزومات، أحماض أمينية، إنزيمات، طاقة وتتم وفق 3 مراحل هي الإنطلاق، الإستطالة والنهاية.

التقصي:

1.مقر تركيب البروتين في الهيولى:

تجربة: تُحضن خلايا في وسط به أحماض أمينية مشعة ثم تُعامل بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي وتُلاحظ بالمجهر الإلكتروني بتكبير قوي، النتائج موضحة في الوثيقة (1):



صورة بالمجهر الإلكتروني لمتعدد ريبوزوم توضح عملية الترجمة | رسم تخطيطي لمتعدد الريبوزم (البوليزوم) أثناء حدوث الترجمة | صورة بالمجهر الإلكتروني توضح عملية الترجمة

الوثيقة (1)

التعليمة:

- **بإستغلالك** للوثيقة (1) **حدّد** دور الريبوزومات في ترجمة الرسالة النووية على مستوى الـARNm.

الإجابة:

تحديد دور الريبوزومات في ترجمة الرسالة النووية على مستوى الـARNm:

تمثل الوثيقة (1) صورة مأخوذة عن المجهر الالكتروني بعد المعالجة بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي لخلية محضونة في وسط به أحماض أمينية مشعة حيث نلاحظ:

- تجمع الإشعاع على مستوى الريبوزومات، **وهذا يدل على** تكاثف الأحماض الأمينية المشعة حول الريبوزومات المرتبطة بجزيئة الـARNm والمعروفة **بمتعدد الريبوزوم (البوليزوم)** حيث ينطلق من كل ريبوزوم سلسلة بروتينية مصنعة (الجزيئات المشعة) الناتجة عن إرتباط الأحماض الأمينية المشعة حيث يزداد طول السلسلة البروتينية بتتابع الريبوزومات مما يحدد إتجاه الترجمة.

الإستنتاج: يتم ربط الأحماض الأمينية في تتابع محدد لتركيب البروتين على مستوى ريبوزومات متجمعة على جزيئة الـARNm في وحدة متمايزة **تدعى متعدد الريبوزوم (البوليزوم)**.

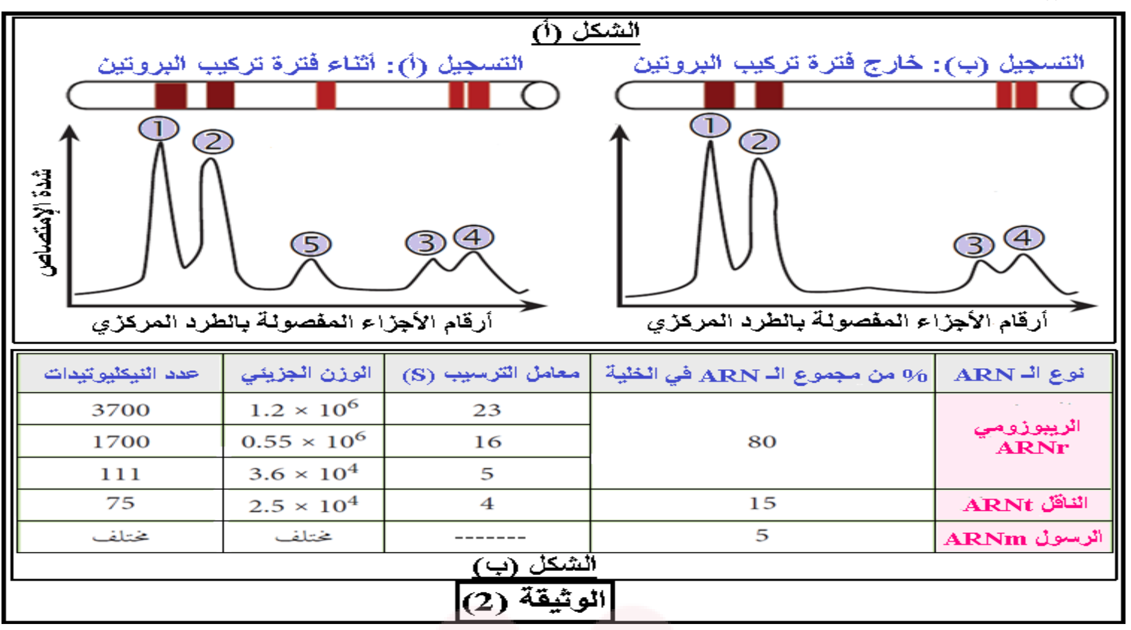
ومنه فإن:

- **متعدد الريبوزوم (البوليزوم):** يتمثل في مجموعة أو عدد من الريبوزومات المرتبطة بخيط واحد من الـARNm حيث **كل ريبوزوم يقوم ببناء سلسلة ببتيدية في آن واحد**، تسمح القراءة المتزامنة للـARN_m نفسه من طرف عدد من الريبوزومات بتركيب كمية كبيرة من البروتين في مدة زمنية قصيرة.

2.شروط تركيب البروتين في الهيولى:

أ.أنواع الأحماض الريبية النووية (الـARN) الهيولية:

تجربة: يتم فصل الأحماض الريبية النووية (الـARN) الهيولية **بتقنية الطرد المركزي**، وقياس كميتها **أثناء** فترة تركيب البروتين و**خارجها**، عن طريق قياس شدة إمتصاص الضوء (تزداد شدة الإمتصاص بزيادة الكمية)، النتائج المتحصل عليها موضحة في **الشكل (أ) من الوثيقة (2)**، بينما **الشكل (ب)** فيوضح خصائص مختلف الأحماض الريبية النووية.



نوع الـ ARN	% من مجموع الـ ARN في الخلية	معامل الترسيب (S)	الوزن الجزيئي	عدد النيكليوتيدات
الريبوزومي ARNr	80	23	1.2×10^6	3700
		16	0.55×10^6	1700
		5	3.6×10^4	111
الناقل ARNt	15	4	2.5×10^4	75
الرسول ARNm	5	-------	مختلف	مختلف

الشكل (ب)

الوثيقة (2)

التعليمة:

- **قدّم** تحليلا مقارنا لتسجيلي الشكل (أ) ثم **حدّد** نوع الـ ARN في كل ذروة من الذروات الخمسة **مستعينا** بالمعطيات المقدمة.

الإجابة:

التحليل المقارن:

يمثل تسجيلي الشكل (أ) شدة إمتصاص الضوء من طرف أنواع مختلفة من الـ ARN الهيولية أثناء فترة تركيب البروتين وخارجها، حيث نلاحظ:

- **تطابق تام** للتسجيلين (أ) و(ب) من حيث **الذروات 1، 2، 3 و4**، أما **الذروة 5** فتظهر في التسجيل (أ) أي أثناء فترة تركيب البروتين وتختفي في التسجيل (ب) أي خارج فترة تركيب البروتين، **وهذا يدل على** أن أحد أنواع الـ ARN الهيولية يظهر أثناء فترة تركيب البروتين ويختفي بعدها (خارج هذه الفترة) بينما الأنواع الأخرى فهي متواجدة دائما في الهيولى أثناء وخارج فترة تركيب البروتين.

الإستنتاج: هناك أنواع من الـ ARN متواجدة بصفة دائمة في الهيولى سواء كانت الخلية في حالة تركيب البروتين أو خارجها وهناك نوع واحد فقط يظهر أثناء تركيب البروتين (الذروة 5).

تحديد نوع الـ ARN في كل شوكة:

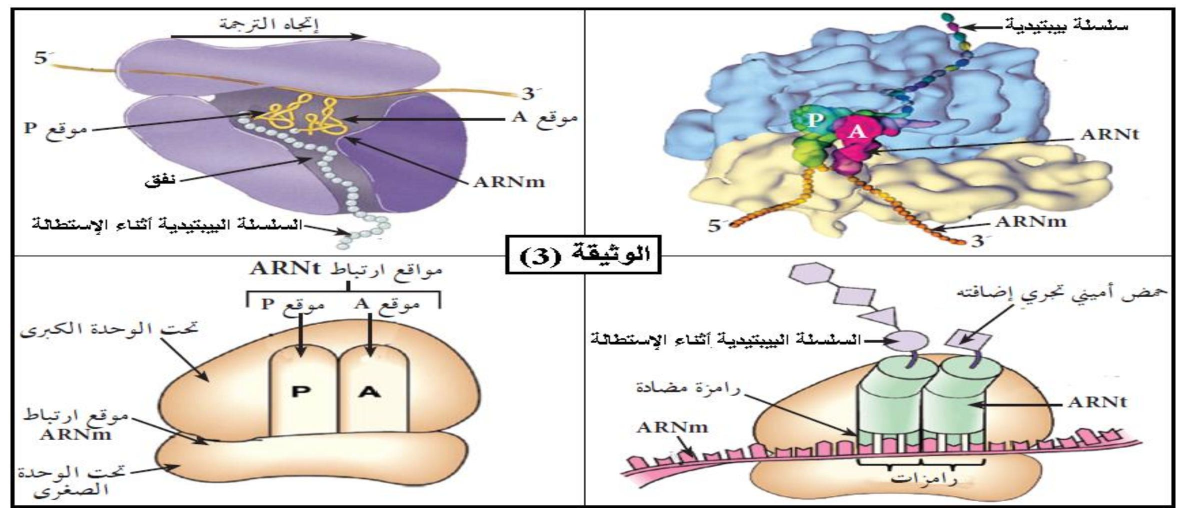
- **الذروات 1، 2، 3:** تمثل **الـ ARN الريبوزومي (ARNr)**، لأن معامل ترسيبه كبير لذلك يترسب قريبا من قاع الأنبوب (عدد النيكليوتيداته كبير وبتالي وزنه الجزيئي ثقيل).
- **الذروة 4:** تمثل **الـ ARN الناقل (ARNt)**، لأن معامل ترسيبه صغير لذلك يترسب قريبا من فوهة الأنبوب (عدد النيكليوتيداته قليل وبتالي وزنه الجزيئي خفيف)
- **الذروة 5:** تمثل **الـ ARN الرسول (ARNm)**، لأنه يظهر اثناء تركيب البروتين فقط.

ملاحظة: يكون عدد النيكليوتيدات في الـ ARNm مختلف لإختلاف طول المورثة لأن لكل مورثة عدد محدد من النيكليوتيدات.

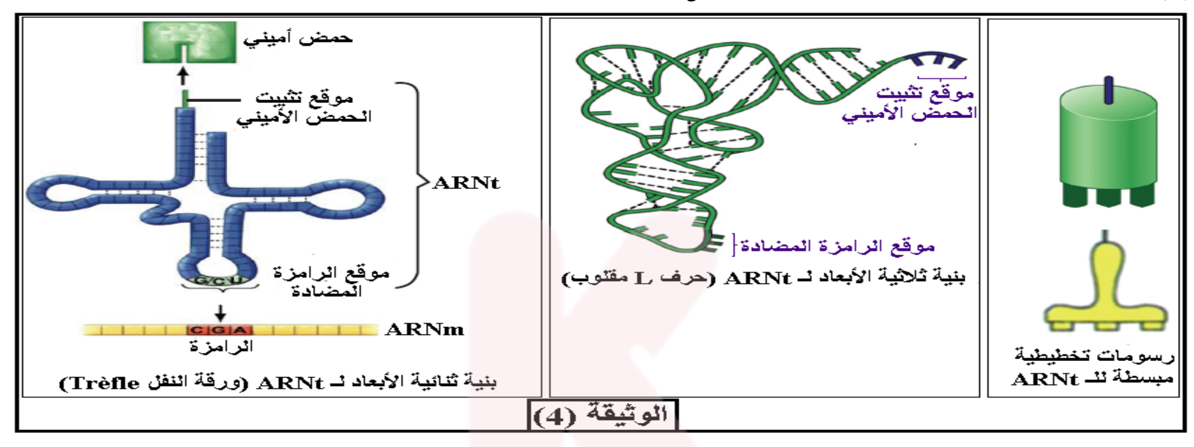
نتيجة: يتدخل في تركيب البروتين ثلاثة أنواع من الأحماض الريبية النووية وهي **ARNm**، **ARNt** و **ARNr**.

ب.المميزات البنيوية للريبوزوم والـ ARNt:

توصلت الأبحاث والدراسات المتقدمة من تحديد البنية الفراغية (البنية ثلاثية الأبعاد) للريبوزوم كما توضحه **الوثيقة (3)**.



توضح **الوثيقة (4)** البنية الفراغية لـ ARNt والأشكال المختلفة لتمثيل هذه البنية بصورة بسيطة.



التعليمات:

1. **إستخرج** المميزات البنيوية للريبوزوم.
2. **إستخرج** المميزات البنيوية لـ ARNt **محددا** دوره الأساسي في عملية الترجمة ثم بالإستعانة بالبنية البسيطة **مثّل** ARNt الحامل للحمض الأميني الموافق لرامزة AUG .

الإجابة:

1.إستخراج المميزات البنيوية للريبوزوم:

تتشكل الريبوزومات من تحت وحدتين:

- **تحت وحدة صغرى**، تحمل أساسا **موقع قراءة الـARN_m**.
- **تحت وحدة كبرى**، تحمل أساسا **موقعين تحفيزيين خاصين لإرتباط الـARNt** (**موقع A** خاص بالحمض الأميني و**موقع P** خاص بالبيبتيد)، كما تحتوي على **نفق لخروج السلسلة البيبتيدية**.

ملاحظة:

- يتكون الريبوزوم من مزيج بين **بروتينات** و**جزيئات حمض ريبي نووي ريبوزومي ARNr**.
- يكون الريبوزوم في الأصل **غير وظيفي** حيث تكون تحت الوحدتين منفصلتين، أما عند تشكل الـARN_m وإنطلاق عملية الترجمة ترتبط تحت الوحدتين ليصبح **الريبوزوم وظيفيا**.

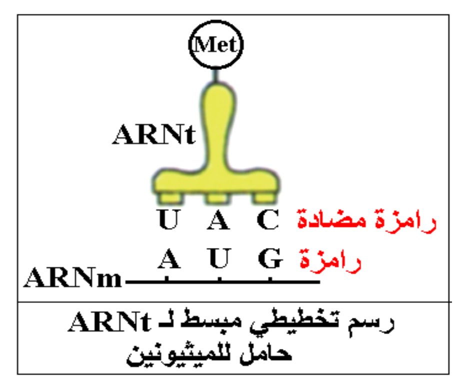
2.إستخراج المميزات البنيوية لـ ARNt:

يتكون الـ ARNt من سلسلة متعددة النيوكليوتيدات منفردة تلتف لتأخذ شكل حرف L مقلوب، يملك الـ ARNt **موقعين هامين** هما:

- **موقع خاص بتثبيت الحمض الأميني** (الموافق لرامزة ARNm بحيث كل ARNt مختص بنقل حمض أميني معين).
- **موقع خاص بالرامزة المضادة** (وهي مكملة لرامزة ARNm).

دور الـ **ARNt**:

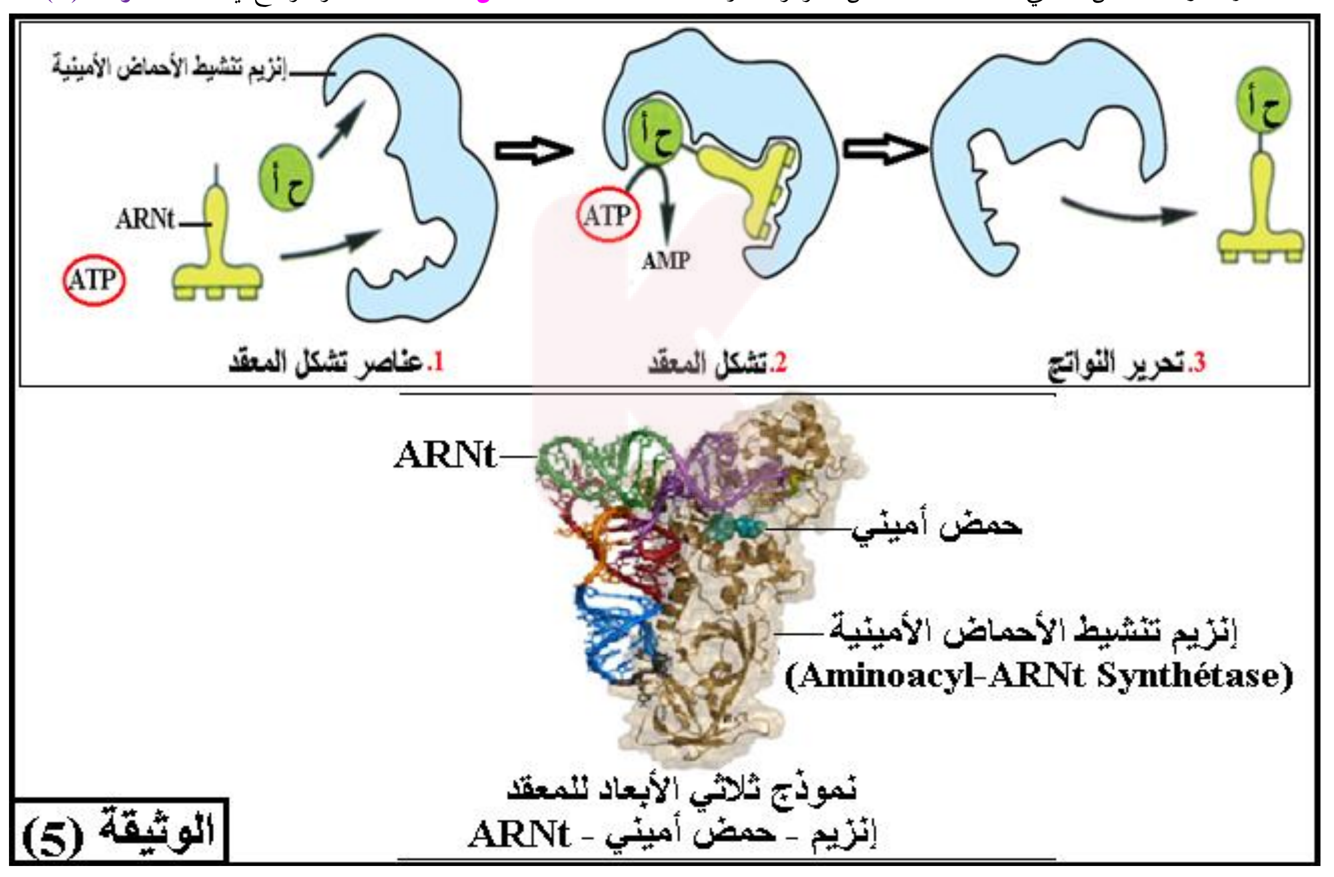
- يتمثل دور الـ ARNt في تثبيت الأحماض الأمينية ونقلها من الهيولى إلى الريبوزومات (مقر الترجمة)، كما يتعرف كل ARNt على الرامزة الموافقة على ARNm عن طريق الرامزة المضادة والمكملة لها.



رسم تخطيطي مبسط لـ ARNt حامل للميثيونين

ب. آلية تنشيط الأحماض الأمينية:

تتطلب عملية الترجمة ربط الحمض الأميني بـ ARNt الخاص به وهو مايعرف بعملية **تنشيط الأحماض الأمينية**، كما هو موضح في **أشكال الوثيقة (5)**:



التعليمة:

- **صّف** آلية تنشيط الأحماض الأمينية.

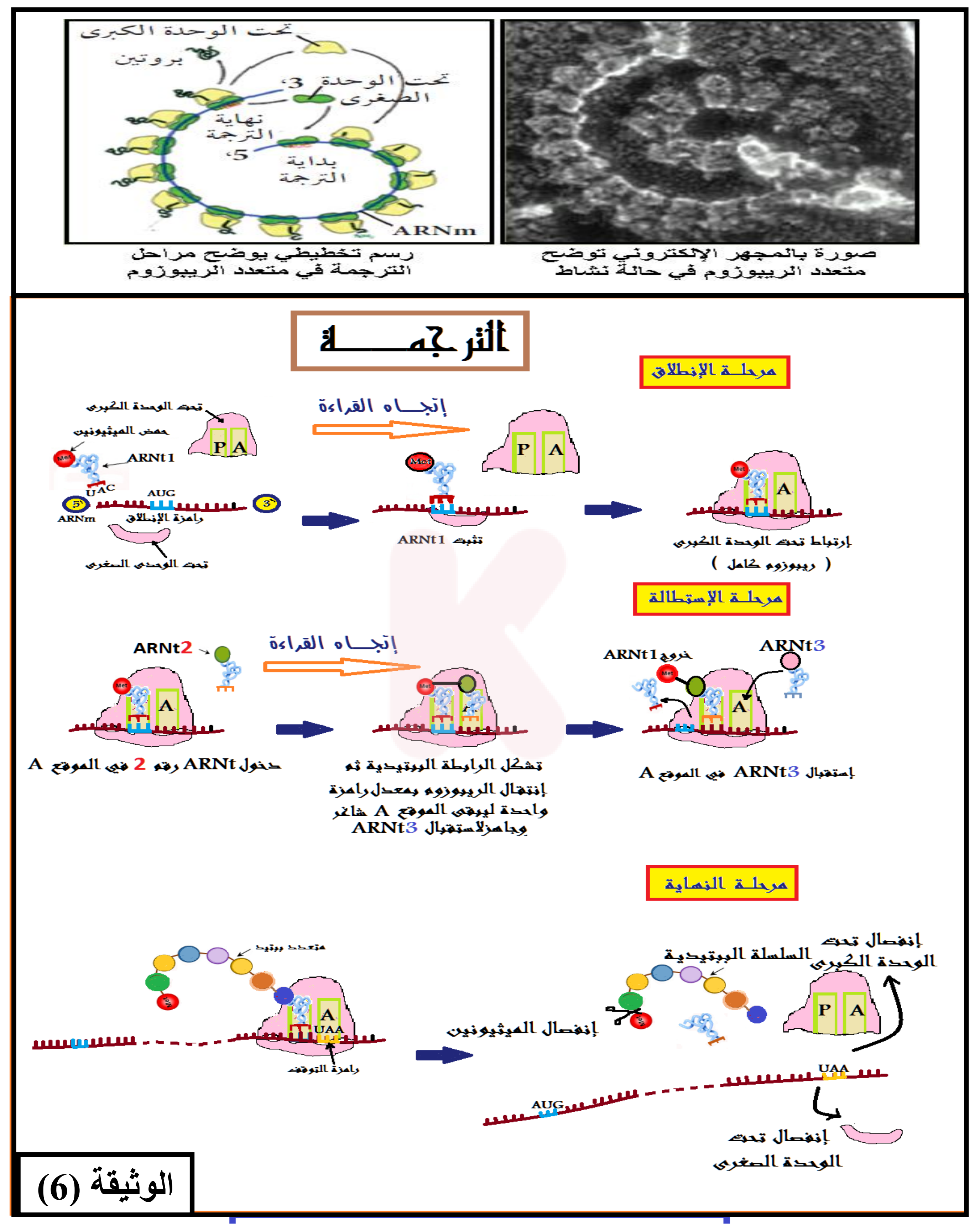
الإجابة:

وصف آلية تنشيط الأحماض الأمينية:

- لتنشيط الأحماض الأمينية يتطلب وجود العناصر التالية: **ARNt**، **إنزيم تنشيط الأحماض الأمينية**، **طاقة على شكل ATP**، **حمض أميني**.
- يتوضع كل من الحمض الأميني والـ ARNt على المواقع الخاصة بهما على إنزيم التنشيط، ثم بإستعمال الطاقة يشكل الإنزيم رابطة بين الحمض الأميني والـ ARNt الخاص به فيتشكل **المعقد إنزيم – حمض أميني – ARNt**، ثم ينفصل الإنزيم ويتحرر **المعقد حمض أميني – ARNt**.

3.مراحل الترجمة:

توصلت الدراسات المختلفة في سنوات الستينات إلى تحديد آليات حدوث عملية الترجمة والمراحل المختلفة لحدوثها كما في **الوثيقة (6)**:



التعليمات:

1. **إستخرج** متطلبات عملية الترجمة.
2. **أكتب** نصا علميا تلخص فيه مراحل حدوث عملية الترجمة.

الإجابة:

1.إستخراج متطلبات عملية الترجمة:

- **ARNm**: حامل لنسخة من المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى.
- **ريبوزومات**: مقر عملية الترجمة (قراءة رامزات ARNm وترجمها إلى أحماض أمينية).
- **أحماض أمينية حرة**: وحدات بنائية للبروتين.
- **ARNt**: نقل الأحماض الأمينية إلى الريبوزوم.
- **إنزيمات نوعية**: ضرورية لتنشيط وربط الأحماض الأمينية.
- **طاقة**: تُستهلك أثناء مراحل الترجمة كتنشيط الأحماض الأمينية.

2.النص العلمي:

⇦ تتم ترجمة المعلومة الوراثية المتمثلة في جزيئة ARNm الناتجة عن عملية الإستنساخ إلى بروتين في الهيولى على مستوى الشبكة الهيولية المحببة وبتدخل الريزومات،

فما هي مراحل حدوث عملية الترجمة ؟

⇦ تتم عملية الترجمة على مستوى الهيولى وفق ثلاث مراحل:

مرحلة الإنطلاق (البداية):

- يرتبط الـARNm على الموقع الخاص به على تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم.
- يتثبت **المعقد ARNt – مثيونين** على **رامزة البدء AUG** لـ ARNm.
- تلتحق تحت الوحدة الكبرى للريبوزوم بتحت الوحدة الصغرى حيث يكون **المعقد ARNt–مثيونين** في الموقع P.

مرحلة الإستطالة:

- يأتي ARNt الثاني الحامل للحمض الأميني الثاني ويتوضع في الموقع A وتنشأ **رابطة ببتيدية** بين المثيونين والحمض الأميني الثاني.
- يتحرك الريبوزوم **برامزة واحدة** فيصبح ARNt الثاني في الموقع P والموقع A شاغر.
- **تنكسر الرابطة** بين المثيونين وARNt الخاص به فينفصل هذا الأخير.
- يأتي ARNt ثالث حامل للحمض الأميني الثالث ويتوضع في الموقع A وتتشكل **رابطة ببتيدية** بين الحمضين الثاني والثالث.
- يتنقل الريبوزوم بعد ذلك من رامزة إلى أخرى، وهكذا تتشكل تدريجيا **سلسلة ببتيدية** بتكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني المحمول على ARNt الخاص به في موقع القراءة A وآخر حمض أميني في السلسلة المتموضعة في الموقع المحفز P.
- إن **ترتيب الأحماض الأمينية** في السلسلة يفرضه **تتالي رامزات الـ ARNm** .

مرحلة النهاية:

- عند وصول موقع القراءة A للريبوزوم إلى إحدى **رامزات التوقف (UGA،UAG،UAA)** تتوقف عملية الترجمة.
- ينفصل ARNt لآخر حمض أميني وتتحرر **السلسلة الببتيدية** المتكونة التي **يُنزع منها الميثيونين**.
- تنفصل تحت وحدتي الريبوزوم عن بعضهما.
- يتحرر ARNm و يتفكك.

⇦ ينتج عن عملية الترجمة جزيئات بروتينية نوعية تنتقل الى جهاز كولجي أين تكتسب بنية فراغية وظيفية.

الخلاصة:

- يتم تركيب البروتين على مستوى **متعدد الريبوزوم (البوليزوم)** وذلك بترجمة المعلومة الوراثية المحمولة على الـ ARNm وفق ثلاثة مراحل: **الإنطلاق، الإستطالة** و**النهاية**.
- يكتسب البروتين المنتج تلقائيا بنية ثلاثية الأبعاد لينتقل بواسطة **حويصلات إنتقالية** إلى **جهاز كولجي** أين يكتمل نضجه ليصبح وظيفيا، ثم يوجه نحو المقر الذي يؤدي فيه وظيفته خارج الخلية بواسطة **الحويصلات الإفرازية** **بظاهرة الإطراح الخلوي**.

التقويم:

1. **أنجز** رسما تخطيطيا تحصيليا للآليات تصنيع البروتينات.
2. **أنجز مخططا** تحصيليا للآليات تصنيع البروتينات.

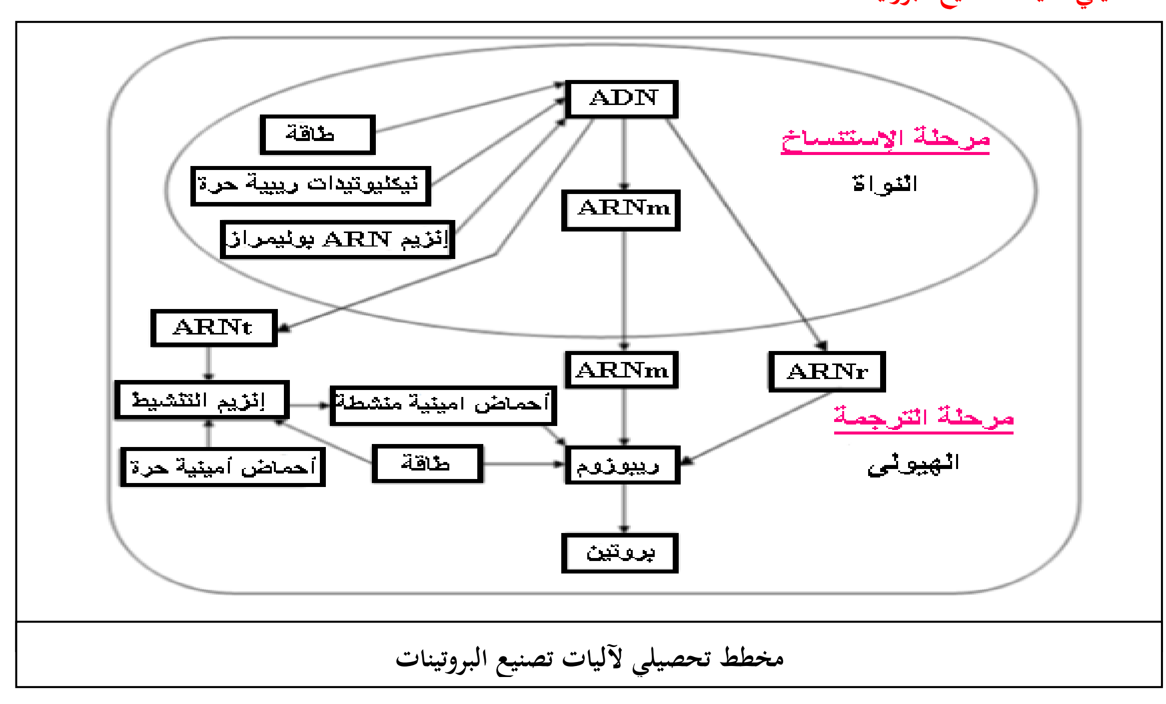
الإجابة:

1.إنجاز رسم تخطيطي تحصيلي لآليات تصنيع البروتينات:

ARN بوليميراز
فتح جزيئة الـ ADN
ADN
سلسلة غير مُستنسَخة
سلسلة مُستنسَخة
ARNm مُتشكّل
ريبونيوكليوتيدات حُرّة
اتجاه الاستنساخ
مرحلة النسخ في النواة
هجرة الـ ARNm إلى الهيولى
أحماض أمينية
تنشيط الحمض الأميني
أنزيم تنشيط الحمض الأميني
انفصال السلسلة الببتيدية
انفصال الميثيونين
موقعين تحفيزيين
تحت وحدة ريبوزومية كبيرة
رابطة ببتيدية
انفصال الـ ARNt
انفصال تحت الوحدة الكبيرة
ARNm
الرامزة البادئة للتركيب
تحت وحدة ريبوزومية صغيرة
حركة الريبوزوم
رامزة التوقف (UGA أو UAG ، UAA)
الـ ARNm
انفصال تحت الوحدة الصغيرة
مرحلة البداية
مرحلة الاستطالة
مرحلة النهاية
مرحلة الترجمة في الهيولى

رسم تخطيطي تحصيلي لآليات تصنيع البروتينات

2.إنجاز مخطط تحصيلي لآليات تصنيع البروتينات:



مخطط تحصيلي لآليات تصنيع البروتينات

المصطلحات العلمية:

- تقنية الطرد المركزي (Centrifugation): تتم بواسطة جهاز مكون من محرك متصل بمحور يدور بسرعات مختلفة ويحمل عددا من الأنابيب تحوي بداخلها محاليل يُراد فصل مكوناتها حسب الكثافة (الثقل)، حيث تتجه الأجزاء الأكثر كثافة بسرعة أكبر نحو قاع أنبوب الطرد المركزي الذي يتواجد في محيط الدائرة أثناء الدوران، تُستعمل هذه الطريقة لفصل مكونات المحلول المنحلة وغير المنحلة أو فصل مكونات الخلية بعد سحقها، كما تُستعمل لفصل الجزيئات الكبيرة عن بعضها مثل فصل أنواع من البروتينات أو أنواع من الأحماض النووية حسب اختلاف كثافتها، ويُستعمل معامل الترسيب (S) للدلالة على الثقل نسبة إلى العالم "Svedburg" الذي إقترحها (كلما كان رقم (S) كبيرا كلما دل ذلك على زيادة في الكثافة وكلما إتجه بسرعة نحو قاع الأنبوب).
- ARNt (Acide ribonucléique de transfert): ARN الناقل.
- ARNr (Acide ribonucléique ribosomique): ARN الريبوزومي.